

Beszéljünk az ozmózisról!

„Az ozmózis egy természetes folyamat, amely során a víz vagy más oldószer áthalad egy féligáteresztő hártán (membránon) az alacsonyabb koncentrációjú oldatból a magasabb koncentrációjú oldat felé. Ez a folyamat a koncentrációk kiegyenlítésére irányul, és addig folytatódik, amíg a két oldalon a koncentrációk egyensúlyba nem kerülnek.”

Ez a hivatalos megfogalmazása a jelenségnek.



Poliészter laminát hajók esetében ez a jelenség ugyanezen az elven működik. Amikor a kutatók kitalálták ezt a poliészter gyanta és üvegszál kombinációjú szerkezeti megoldást, elsőként nem gondoltak a hajóépítésre. Majd továbbgondolva jelent meg a hajóépítésben. És valóban, egy kitűnő megoldásról van szó, ami hasonlóan működik, mint a korábban már alkalmazott vasbeton szerkezetek esetében, ahol a gyantaanyag a nyomást hivatott kezelni, a szálanyag pedig a húzó és nyíró erők viselését oldják meg.

Az üvegszál nem oldódik fel a gyantában, hanem azt körülveszi és így együttesen alkotják magát a szerkezetet. Igen ám, de egy másik nagyon fontos tulajdonsága is van a poliészter gyantának amivel a hajók esetében nem számoltak a tudósok. Ez pedig a gyanták teljes kikötési ideje. Ugyanis a gyanta teljes kikötési periódusa megközelítőleg 70 év, vagyis ekkorra éri el a teljes szilárdságát, a benne lévő molekuláris szerkezet ekkora ér nyugvópontra, majd ezt követően merevedik és tönkre megy. Éppen ezért a kezdetekkor a laminátumokból készült hajók életét a biztonságos használatra, általában 40 évre határozták meg. A tapasztalatok azt mutatják, hogy az elméletet a gyakorlat felülírta és ma már látjuk,

hogy vagy rosszul számoltak vagy nem vettek minden lehetséges körülményt figyelembe, de a hajók láthatóan tovább élnek. Hisz ez egy olyan anyag ami nem korrodál, nem korhad és bármilyen formára alakítható. Csakhogy mégis van egy picike probléma és ez az ozmózis.



A poliészter laminát hajók esetében **az ozmózis a víz behatolása miatt okozott károsodási folyamatot jelenti**, amely komoly problémát okozhat a hajótestben. Ez a jelenség főleg üvegszálal erősítésű poliészter (GRP – Glass Reinforced Polyester) hajókban fordul elő.

Miért is van ozmózis a poliészter laminátban?

Víz behatolása: A poliészter hajótest felülete, még ha festékekkel vagy gélréteggel van bevonva, apró mikropórusokat tartalmazhat, amelyeken keresztül kis mennyiségű víz behatolhat a szerkezetbe. Ezek a mikropórusok a gyanta magas hőn való kikeményedése során keletkező gázok következménye, ami szabad szemmel nem látható, de mégis ott van. Mi a hajó felületét zártan látjuk.

Kémiai reakciók: A pórusokon bejutó víz reakcióba lép a laminátban lévő oldható vegyületekkel, például a maradék poliészter gyantával vagy katalizátor maradványokkal, hisz a hajónk vízvonala alatti felülete súllyal nyomódik a vízrétegbe, a vitorlás hajók esetében több tonnával. De a víz a hajók belső teréből is beszivároghat, különösen, ha a fenéktérben, tartósan víz van. Ugyan a belső tereket lezárják egy réteg topcattal, de látjuk, hogy az a merevsége miatt repedezett, így a víz szabadon jut a laminátba. Éppen ezért a megfigyelés azt mutatja, hogy a hajók 5-7 éves korában jelentkeznek az ozmózis.

Nyomás felhalmozódása: De hogyan kerül a víz kapcsolatba a belső zárt szerkezettel. Nos, ez már a hajóépítés során, a laminát elkészítésekor jelenik meg. A hajóépítők befektetik az üvegszövetet, üvegpaplant a sablonba, majd ezt átítatják a poliészter gyantával. Igen ám, de ha kisebb légzárványok maradnak, akkor ezeket a kis buborékokat körülveszi a kikeményedő gyanta, de a hólyagocskák ott marad, benne a ki nem keményedett anyaggal. És ha bejut a víz

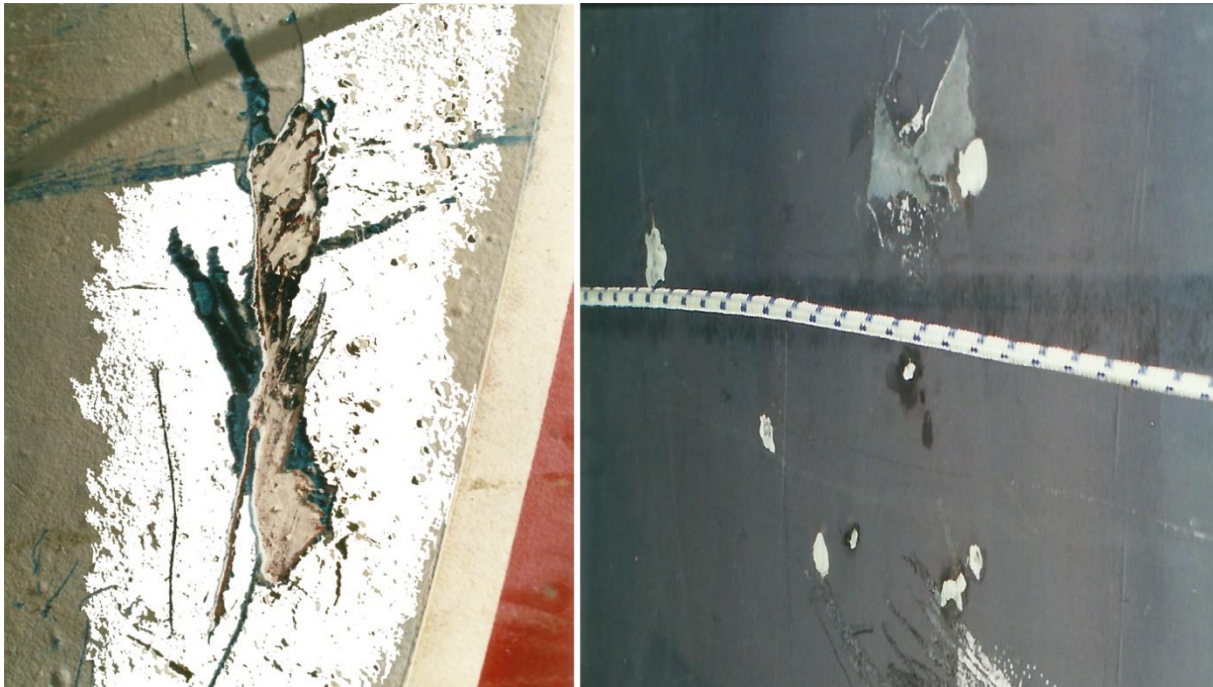
az üvegszálak felületén ehhez, azonnal megkezdődik a vegyi folyamat. És láthatjuk, hogy az ozmózis következtében keletkező vegyületek (például ecetsav és más savas anyagok) vizet vonzanak, ami a laminát belsejében lévő buborékba jutva, hatalmas belső nyomást hoz létre. Ezek a buborékok nyomást fejtenek ki a hajótestesten belül és igyekeznek kijutni a szerkezetből, természetesen a kisebb ellenállású, alacsonyabb hőmérsékletű irányba a hajófenék vízzel érintkező felületére.

Buborékképződés és delamináció: Az ozmózis által létrehozott nyomás a gélrétegben lévő, hatalmas nyomással bíró buborékok csökkenteni akarják a belső nyomást és egyre inkább delaminálják a szerkezetet, amelyek idővel növekedhetnek és meggyengíthetik azt. Ha lehántjuk a hajófenéket a száradáskor láthatóvá válnak a laminátum foltjai, amik a delaminálódás következtében világos foltokban jelennek meg. Ezek mindegyike egy-egy kitörő nyomás okozta elváltozások. Tehát nem az egész szerkezet delaminálódott, csupán helyenként, de ott az egyes laminátrétegek elváltak egymástól.

Az ozmózisos károsodás jelei

- Buborékok a gélréteg felületén: Ezek jellemzően kerek vagy ovális formájúak.
- Savanyú vagy ecetszagú folyadék szivárog a buborékokból, ha azokat kiszúrják.
- A hajótest gyengülése, ami strukturális problémákat okozhat.





A feltárt rész szélén láthatók a gél dudorai, a kicsik amiből majd csak később lesz hólyag - jobbra: Látható, hogy a hólyagosodás a gélről indul

Hogyan lehet megelőzni vagy kezelni az ozmózist?

Megelőzés

Kiváló minőségű poliészter gyanta és laminálási technika használata: A jobb minőségű anyagok kevésbé hajlamosak az ozmózisra. Nyilvánvaló, hogy a hajógyárak törekednek arra, hogy valamilyen módon csökkentsék az ozmózis kockázatát. Próbálnak más típusú anyagokat használni, mint például a Vinilészter, de ezek mindegyike azonos fészekből kerül ki, csak némileg változik, vagyis észter gyanták. Nyilvánvaló, ha tömeggyártásban gondolkodunk, fontos a költségszámítás és ezek a leg olcsóbbak és a legegyszerűbben használhatók a műhelyekben.

Védőrétegek alkalmazása: Az egyedüli megoldás a mai ismereteink alapján az Epoxi alapú bevonatokkal (ozmózisgátló) történő bevonás, ami csökkenti a víz behatolásának kockázatát.

Ezen felül nagyon fontos a javítási technológia kiválasztása is. Az egyik megoldás a festési technológiával felhordott epoxi bevonatok készítése, de itt **nagyon fontos a technológia maradéktalan betartása**. Egy teljes gélréteg lehántását követően az első epoxi rétegnek oldószermentesnek kell lenni, mert az oldószerek kommunikálhatnak a laminát még aktív anyagaival. A további rétegek már lehetnek oldószeresek, amivel legalább 400-450 micron vastagságot kell elérni. Az utolsó rétegre már mehet is az algagátló.

A másik ma már elterjedt módszer a laminálás. Ekkor az üvegszövet felületére legalább két rétegű, 300 gr-os üvegszövetet raknak fel, olyan epoxi gyantával, ami a sűrűsége folytán tökéletesen megmarad a szövetben, majd erre kerül egy un. letépő szövet ami a teljes

fenéklaminálást lezárja. Ennek a nevében is benne van, hogy azt le kell tépni a felületről. Ez nagyon könnyen valósul meg, mivel a letépő szövet anyagából adódóan nem tapad az epoxihoz.

De miért is kell a letépőszövet?

Az epoxi gyanta igazából három elemből áll. Ebből az A-komponense belekeverik az egyik elemet, ami egy ammónia származék. Ez egy olajos anyag, ami az alapgyantával nem elegyedik, csupán a térfogatának egy része, folyósítja azt. Az epoxi gyanta harmadik eleme a B-komponens, ami ezt az ammónia származékot fajsúlyánál fogva kiszorítja az A-komponensből, így létrehozva alacsony hőfokon a térhálós kötést. Mivel ez az aminszármazék a felületen jelenik meg, a letépőszövettel maradéktalanul eltávolítható, ellenkező esetben a felületre semmi sem tapadna fel. A vegyész szakemberek biztosan megköveznék ettől a magyarázattól, de nekünk, hétköznapi embereknek ez az érthető. Tehát az ilyen módon létrejött réteg nem tartalmaz mikroszkopikus csatornákat és mai tudásunk szerint vízzáró, de ezt látjuk a gyakorlatban is.

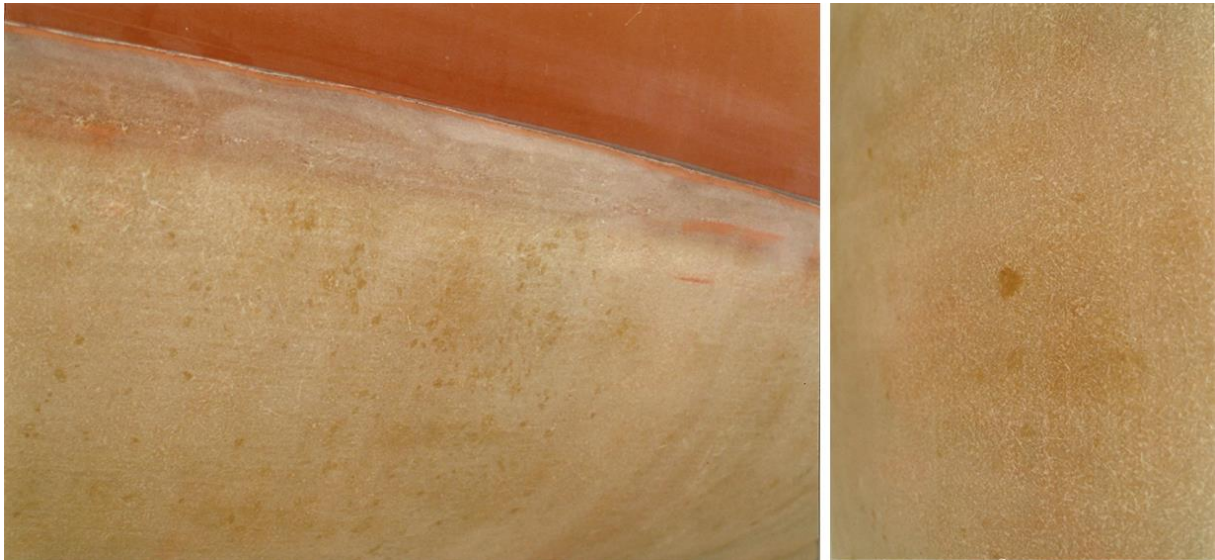
Kizárható-e az ozmózis megjelenése a kezelt vízalatti felületeken?

Új hajók estében mindenképpen célszerű a vízretétel előtt egy ozmózis védelem kialakítása. Ez azzal jár, hogy a víz alatti felületet becsiszolják 350-320-as papírral, majd a portalanítást követően legalább 4 rétegű epoxival látják el és algagátlózzák. A nevében is bent van, hogy védelem. **De ha a hajó beázik, mint arra már a korábbiakban is utaltam akkor sajnos az ozmózis megjelenhet.** Ez igaz a felújításon átesett hajókra is, vagyis mint azt már korábban leírtam az aktív gyanta alkotóelemek miatt, ha víz jut a hajóba tartósan, akkor az ozmózis jelenség ismétlődik.

A hajóépítés fejlődik és megjelentek a vákuminfúziós hajóépítési technikák. Ez azonban az ára miatt egyelőre csak a versenyhajóknál használatos. Ebben az esetben karbonszálas anyagokat és epoxi gyantát használnak, amivel bámulatos szilárdságú szerkezetet hoznak létre. Ezeknek a hajóknak a laminátvastagsága 4 mm és most is ott vágatnak az óceánokon.

A másik nagyon fontos dolog a felújításra váró felület előkészítése!

Az ozmózis javítás előfeltétele a károsodott gélfelület maradéktalan eltávolítása. Nagyon sokan esnek abba a hibába, hogy csak a látható hólyagokat akarják eltüntetni, a gélréteg többi részét nem. Ez a megoldás csak néhány esetben vezet eredményre, az esetek döntő részében nem. Erre a legjobb példa, ha a felületről a gélréteget lehántják egy speciális gyalugéppel, ami erre célra lett kialakítva.



Gélmart felület, nincsenek porral tömött kráterek – Jobbra: a sötét foltoknál „izzad” a hajó, távozik a víz

A lehántott felület nagyon pontosan megmutatja, hogy nem csak a hólyagoknál jelentkezett az ozmózis, hanem a hajófenék teljes felületén. Kráterek mutatják a még nem hólyagos részeket, amik csak a későbbiek folyamán alakultak volna hólyagokká. **Az így felnyitott laminát teljes felületén száradhat, sokkal gyorsabb a hajófenék kiszáritása.**

A másik módszer amit sajnos előszeretettel alkalmaznak a műhelyek a gélréteg lecsiszolása nagyfordulatú csiszológépekkel. A csiszolt és a legyalult felület szembeütően mutatja a különbséget. A csiszolt felület krátereibe a csiszológép szabályosan beleégeti azt a csiszolati port, amit a gép termel. Ezek a porbeülések jól láthatók a felületen, csupa fehér pont az egész.



Víz alatti alapozás. Ez egy csiszolt felület, ahol láthatóak a kráterebe beült porszemcsék

Én is beleestem abba a hibába, hogy csiszoltam és megpróbáltam a port kiveretni ebből a felületből. Nem sikerült sem vízzel, sem levegővel, egyszóval semmivel. A tapasztalatok után megvásároltam a gélmármát. De miért is jelent ez gondot? Azért mert **az újólag felhordott anyagok már nem épülnek, vegyülnek az eredeti lamináttal, hanem csak tapadnak.** Azt pedig tudjuk, hogy a porhoz semmi sem tapad, így a felület tapadó képességét lecsökkentjük akár 60 %-al is. Így hiába rakunk fel anyagot, ami tudjuk, hogy sokba kerül, az nem marad a felületen, aláázik és lehántható.

Tehát kijelenthető, hogy az egyedüli tökéletes hajófenék felület előkészítése csak és kizárólag gyalulással megvalósítható.

Egy ilyen gyalugép sokba kerül, kevés is van belőle, de a megrendelő dönti el, hogy a javítást végzővel milyen munkát akar elvégeztetni. Ha az csak csiszolni tud, akkor nem adom a megbízást. Ha a gyalulást drágának tartja, akkor inkább még várjon, gyűjtse a pénzt és majd csak akkor, ha minden feltétel adott, végeztesse el a munkát! Sajnos nagyon sok példa van az előbb említett problémára.

A javítást végzők ilyen esetekben általában a felhasznált anyagok alkalmatlanságára hivatkozna, meg a csillagállásra, a rossz irányból jövő szélre, a szemmel verésre, szóval magyarázkodnak, holott az elsődleges probléma a felület alkalmatlanságában van.

Természetesen mindenki maga dönti el, hogy az olcsóbbat, vagy a jobbat választja.